

# Morfologia de órgãos digestivos e não digestivos de suínos de linhagens modernas durante as fases de crescimento, terminação e pós-terminação

Jacinta Diva Ferrugem Gomes<sup>1\*</sup>, Soraia Marques Putrino<sup>2</sup>, Milena dos Reis Martelli<sup>3</sup>, Mariane de Paula Ishi<sup>1</sup>, Paulo José do Amaral Sobral<sup>1</sup> e Romualdo Shiguelo Fukushima<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Cx. Postal 23, 13635-900, Pirassununga, São Paulo, Brasil. <sup>2</sup>Socil Eivalis Nutrição Animal Indústria e Comércio Ltda, Descalvado, São Paulo, Brasil. <sup>3</sup>Programa de Pós-graduação em Ciências dos Alimentos na Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, Montpellier, França. <sup>4</sup>Departamento de Nutrição e Produção, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Pirassununga, São Paulo, Brasil. \*Autor para correspondência. E-mail: jacintaf@usp.br

**RESUMO.** O melhoramento genético de suínos levou ao surgimento de diversas linhagens suínas que apresentam elevada capacidade de desenvolvimento de massa muscular. Entretanto, pouco se sabe cientificamente sobre a morfologia de órgãos destes animais, conhecimento que ajuda a elucidar características relacionadas ao desempenho zootécnico como ganho de peso e conversão alimentar em carne magra. Objetivou-se, assim, comparar a morfologia dos órgãos digestivos e não-digestivos de suínos de linhagens modernas ao final das fases de Crescimentos I e II, Terminação e Pós-terminação. O peso dos órgãos em relação ao peso vivo diminuiu significativamente ( $p < 0,01$ ) com o desenvolvimento corporal. A morfologia dos órgãos digestivos diferiu significativamente ( $p < 0,06$ ) entre as linhagens, demonstrando diferentes capacidades digestivas e, possivelmente, consumo e eficiência alimentares das linhagens utilizadas. Foi observada também diferença significativa ( $p < 0,06$ ) quanto ao comprimento do intestino delgado, o que pode ser indicativo para maior desenvolvimento dos tecidos corporais devido a maior área de exposição dos alimentos às células absorptivas intestinais. Portanto, faz-se necessário o conhecimento detalhado da morfologia dos órgãos das linhagens, uma vez que estas características contribuem para o desempenho zootécnico dos animais.

**Palavras-chave:** desempenho zootécnico, fases de desenvolvimento, genética moderna, linhagens comerciais, órgãos digestivos, órgãos não-digestivos.

**ABSTRACT.** Morphology of digestive and non-digestive organs of pigs from modern lineages during growth, finishing and post-finishing phases. The genetic market makes use of various modern swine genotypes that present high capacity for muscular mass development. These genetic lines have been used in swine production without existing scientific information about morphology, knowledge that can elucidate factors related to growth performance, such as weight gain and food conversion in lean meat yield. The aim of this experiment was to compare the morphology of digestive and non-digestive organs of modern genotypes. At the end of the phases: Growing I, Growing II, Finishing and Post-finishing, the pigs were slaughtered and the organs were weighed. The weight of the organs decreased ( $p < 0.01$ ) with body development, in agreement with the biological growth of the animals. The morphology of the digestive organs were different ( $p < 0.06$ ) among lineages, which showed that differences can exist, mainly regarding digestive capacity and, possibly, food intake and efficiency. The length of the small intestine was different ( $p < 0.06$ ) among lines, which can be an indicative of increased body development due to an extended food exposition area to intestinal cells. The scientific knowledge of swine lines morphology is important because this information can contribute to animal growth performance.

**Key words:** Growth performance, development phases, modern genetics, commercial hybrids, digestive organs, non-digestive organs.

## Introdução

A suinocultura industrial moderna objetiva, além da melhoria da produtividade, a preservação dos recursos naturais no incremento da produção animal (baixo impacto ambiental). Busca-se a lucratividade

para o produtor e toda cadeia produtiva, reafirmando o marcante e crescente interesse pela qualidade da carne de suínos, tanto no mercado nacional quanto no internacional. Os cuidados com o bem-estar animal e com o meio ambiente englobam todas as

etapas de produção, preconizando, em particular, os adequados planos nutricional e alimentar, manejo de criação, escolha da linhagem a ser utilizada, bem como o necessário e individualizado conhecimento do processo de deposição tecidual dos animais das diferentes linhagens modernas (curva de crescimento). A partir da morfologia dos órgãos, podem-se obter informações sobre a capacidade digestiva, relacionada com a capacidade de ingestão e de metabolização dos nutrientes; a quantidade de excreta produzida ou impacto ambiental e o rendimento de carne na carcaça ou a produção de cortes cárneos de elevado valor agregado.

Segundo Frank *et al.* (1983), suínos, em especial nas fases de terminação e pós-terminação, mesmo quando alimentados com elevados níveis de fibra dietética, são capazes de manter o ganho de peso em índices adequados por causa da capacidade de elevação do consumo, como tentativa de manter estável o nível de energia digestível ingerida. A capacidade de elevação de ingestão alimentar pode também ser explicada pela alteração da morfologia dos órgãos digestivos, como o aumento do peso do estômago (Gomes, 1996) e do intestino delgado.

Esses conhecimentos são fundamentais para a adequação do manejo alimentar a ser implantado individualmente para cada uma das linhagens modernas e para a escolha do melhor genótipo de acordo com a viabilidade econômica do produtor e da indústria.

O objetivo deste trabalho foi comparar a morfologia dos órgãos digestivos e não-digestivos de suínos de três linhagens genéticas modernas: PIC, Dalland e Seghers, amplamente divulgadas aqui no Brasil, ressaltando que a linhagem Seghers não se encontra mais no mercado de linhagens genéticas.

### Material e métodos

A etapa experimental de campo foi realizada no Setor de Suinocultura e o abate no Abatedouro-Escola da Prefeitura do Campus Administrativo de Pirassununga (PCAPS), da Universidade de São Paulo (USP). Foram utilizados 240 suínos fêmeas e machos castrados, de três linhagens genéticas modernas (PIC, Dalland e Seghers), especializadas em alta capacidade de deposição de tecido magro na carcaça. Os animais foram confinados em baias coletivas, em galpão aberto, e separados por linhagem e sexo. O alimento completo (ração) e água foram oferecidos à vontade, ressaltando que as rações foram formuladas de acordo com as exigências nutricionais de cada linhagem específica.

O período experimental foi de 112 dias, dividido em quatro fases de desenvolvimento: Crescimento I (74 a 92 dias), Crescimento II (93 a 120 dias), Terminação (121 a 150 dias) e Pós-Terminação (151 a 185 dias). Ao final de cada uma das fases descritas, foram abatidos 10 animais/linhagem/sexo (60 suínos/fase). Em seguida, foi realizado um estudo morfológico dos órgãos digestivos e não-digestivos, segundo metodologia descrita por Gomes (1996). A cavidade abdominal de cada suíno foi aberta por incisão longitudinal, retirando e pesando-se os órgãos digestivos: trato gastrointestinal total com vísceras, língua, estômago cheio e vazio, intestino delgado cheio e vazio, pâncreas, fígado, vesícula biliar cheia, intestino grosso cheio, ceco e colo cheios e vazios. Também foram pesados os órgãos não-digestivos: coração, pulmão, bexiga vazia, rins, baço. Os órgãos digestivos que foram pesados vazios foram abertos e lavados com água corrente. O intestino delgado, após seu esvaziamento, foi medido com fita métrica convencional (0 a 100 cm).

A partir dos pesos obtidos, foram calculados os pesos dos órgãos em porcentagem do peso vivo, e a análise estatística foi realizada em relação a estes valores. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com arranjo fatorial 3 x 2 x 4: três linhagens, dois sexos e quatro fases. Os dados foram analisados pelo procedimento GLM do SAS (1992).

### Resultados e discussão

Os resultados das análises estatísticas realizadas estão apresentados na Tabela 1.

O peso de todos os órgãos em relação ao peso vivo diminuiu significativamente ( $p < 0,01$ ) no decorrer do tempo, como biologicamente esperado.

Em relação aos tecidos, os que compõem a carcaça de animais domésticos são principalmente o ósseo, o muscular e o adiposo. O desenvolvimento de cada um destes tecidos não é sincronizado e isométrico (Whittemore, 1980).

A velocidade de crescimento dos diferentes tecidos do corpo é variável em função das fases de crescimento e maturidade fisiológica do animal. Inicialmente, o tecido ósseo tem maior taxa de crescimento em relação ao músculo e à gordura, nesta ordem. A proporção de ossos na carcaça diminui lentamente à medida que o peso do animal aumenta, apresentando menor variação percentual. Os músculos representam alta porcentagem do peso total ao nascimento, aumentando ligeiramente, passando a decrescer à medida que se inicia a fase de deposição de gordura (Lawrence e Fowler, 1997).

**Tabela 1.** Análise estatística da morfologia dos órgãos digestivos e não-digestivos (em % do peso vivo) de suínos de linhagens modernas. **Table 1.** Statistical analysis of digestive and non-digestive organs morphology (% weight of organs) of pigs from modern genetics.

Órgãos Organs	Análise Estatística - Valor de P Statistical analysis - P value						
	Linhagem Genetic	Sexo Sex	Fase Phase	Interação Interaction			
				L* S <sup>1</sup>	L* F <sup>2</sup>	S* F <sup>3</sup>	L* S* F <sup>4</sup>
Não Digestivos Non digestive							
Fígado Liver	0,04	0,75	<0,01	0,43	<0,01	0,01	0,36
Baço Spleen	0,06	0,28	<0,01	0,18	0,58	0,47	0,64
Rim Kidney	0,34	0,99	<0,01	0,16	0,01	0,02	0,16
Coração Heart	<0,01	0,53	<0,01	0,35	0,57	0,13	0,67
Pulmão Lung	0,46	0,10	<0,01	0,28	0,07	0,81	0,96
Digestivos Digestives							
Estômago cheio Full stomach	0,75	0,12	<0,01	0,19	0,43	0,79	0,48
Estômago vazio Empty stomach	<0,01	0,34	<0,01	0,29	0,07	0,83	0,18
Intestino delgado cheio Full small intestine	<0,01	0,75	<0,01	0,09	0,01	0,14	0,21
Intestino delgado vazio Empty small intestine	0,06	0,19	<0,01	0,39	0,01	0,10	0,36
Comprimento ID <sup>5</sup> ,m Small intestine length	<0,01	0,02	<0,01	0,19	0,55	0,28	0,30
Intestino grosso cheio Full large intestine	0,43	0,16	<0,01	0,06	0,33	0,28	0,07
Intestino grosso vazio Empty large intestine	0,85	0,05	<0,01	0,74	0,06	<0,01	0,23

<sup>1</sup>Interação entre linhagem e sexo (Interaction: genetic and sex); <sup>2</sup>Interação entre linhagem e fase (Interaction: Genetic and phase); <sup>3</sup>Interação entre sexo e fase (Interaction: Sex and phase); <sup>4</sup>Interação entre linhagem, sexo e fase (Interaction: genetic and sex and phase); <sup>5</sup>Comprimento do intestino delgado em metros (Length of small intestine, metre).

**Tabela 2.** Peso médio dos órgãos, em porcentagem do peso vivo, de suínos de linhagens modernas.

**Table 2.** Means of the weight of organs (% weight of organs) of swines of modern genetics.

Órgãos Organs	Peso dos órgãos em % peso vivo Weight of organs, %								
	Linhagens Genetics			Sexos Sex		Fases de crescimento Growing phase			
	Pic	Dalland	Sheggers	F <sup>1</sup>	M <sup>2</sup>	CI <sup>3</sup>	CI <sup>4</sup>	T <sup>5</sup>	PT <sup>6</sup>
Não-digestivos (% peso vivo) Non-digestives									
Fígado Liver	1,84 <sup>a</sup>	1,78 <sup>b</sup>	1,77 <sup>b</sup>	1,79	1,80	2,25 <sup>a</sup>	1,96 <sup>b</sup>	1,55 <sup>c</sup>	1,43 <sup>d</sup>
Baço Spleen	0,17	0,17	0,18	0,17	0,17	0,19 <sup>a</sup>	0,18 <sup>c</sup>	0,15 <sup>b</sup>	0,17 <sup>c</sup>
Rim Kidney	0,38	0,37	0,38	0,37	0,37	0,47 <sup>a</sup>	0,40 <sup>b</sup>	0,32 <sup>c</sup>	0,30 <sup>d</sup>
Coração Heart	0,41 <sup>a</sup>	0,38 <sup>b</sup>	0,37 <sup>b</sup>	0,39	0,38	0,46 <sup>a</sup>	0,38 <sup>b</sup>	0,36 <sup>bc</sup>	0,34 <sup>c</sup>
Pulmão Lung	1,08	1,05	1,06	1,08	1,05	1,36 <sup>a</sup>	1,08 <sup>b</sup>	0,91 <sup>c</sup>	0,91 <sup>c</sup>
Digestivos (% peso vivo) Digestives									
Estômago cheio Full stomach	1,06	1,08	1,05	1,04	1,09	1,27 <sup>a</sup>	1,12 <sup>b</sup>	0,99 <sup>c</sup>	0,88 <sup>c</sup>
Estômago vazio Empty stomach	0,65 <sup>a</sup>	0,64 <sup>a</sup>	0,62 <sup>b</sup>	0,63	0,64	0,77 <sup>a</sup>	0,67 <sup>b</sup>	0,59 <sup>c</sup>	0,53 <sup>d</sup>
Intestino delgado cheio Full small intestine	3,54 <sup>a</sup>	3,22 <sup>b</sup>	3,15 <sup>b</sup>	3,32	3,29	4,79 <sup>a</sup>	3,20 <sup>b</sup>	2,84 <sup>c</sup>	2,39 <sup>d</sup>
Intestino delgado vazio Empty small intestine	2,07 <sup>a</sup>	1,93 <sup>b</sup>	1,99 <sup>ab</sup>	2,02	1,96	2,74 <sup>a</sup>	2,05 <sup>b</sup>	1,78 <sup>c</sup>	1,40 <sup>d</sup>
Comprimento ID <sup>7</sup> Length of small intestine	22,2 <sup>a</sup>	22,2 <sup>a</sup>	19,6 <sup>b</sup>	20,9	21,8	20,4 <sup>a</sup>	20,9 <sup>ac</sup>	22,3 <sup>b</sup>	21,8 <sup>bc</sup>
Intestino grosso cheio Full large intestine	3,27	3,18	3,10	3,26	3,11	3,94 <sup>a</sup>	2,81 <sup>b</sup>	3,28 <sup>c</sup>	2,69 <sup>b</sup>
Intestino grosso vazio Empty large intestine	2,07	2,06	2,04	2,10	2,01	2,33 <sup>a</sup>	2,03 <sup>b</sup>	1,99 <sup>bc</sup>	1,87 <sup>c</sup>

<sup>1</sup>Fêmea (Female); <sup>2</sup>Macho castrado (Male); <sup>3</sup>Crescimento I e (Growing I and); <sup>4</sup>II (II); <sup>5</sup>Terminação (Finishing); <sup>6</sup>Pós-terminação (Post finishing); <sup>7</sup>Comprimento do intestino delgado, metros. Médias seguidas por diferentes letras na mesma linha, diferem entre si pelo teste de Tukey, p < 0,01 (Length of small intestine, metre. Means followed by different letters, in the same line, are different by Tukey's test, p < 0.01).

A deposição dos tecidos é variável de acordo com a linhagem genética do animal, e varia quando comparada ao crescimento fisiológico dos suínos considerados como padrão.

Isso evidencia a necessidade de um pleno conhecimento das curvas de desenvolvimento tecidual, já que a velocidade com que os tecidos se acumulam no corpo influencia o ganho de peso vivo, a eficiência alimentar e a composição corporal (Shahin *et al.*, 1993) e, conseqüentemente, as exigências nutricionais. Diferenças na musculatura, composição da gordura ou produção de leite nas lactantes podem modificar a proporção de tecidos metabolicamente ativos e alterar a relação entre requerimentos de manutença e ganho de peso (Koong *et al.*, 1985; Taylor *et al.*, 1986).

Entre as linhagens, foram detectadas diferenças significativas para os pesos dos órgãos, em relação ao peso vivo:

a) não-digestivos: fígado e coração (p < 0,05), maiores para a linhagem PIC (Tabela 2);

b) digestivos: estômago vazio, intestino delgado cheio, intestino delgado vazio e comprimento do intestino delgado (p < 0,06). O tamanho de estômago foi menor para a linhagem Seghers, assim como estes animais apresentaram o menor comprimento de intestino. Quanto ao intestino cheio e vazio, os maiores valores foram para os animais da linhagem Pic (Tabela 2).

A comparação entre os sexos mostrou diferenças ( $p < 0,05$ ) apenas entre o comprimento do intestino delgado (maior em machos) e o intestino grosso vazio (maior proporção nas fêmeas).

Quanto à fase de crescimento, houve diferença ( $p < 0,01$ ) para todos os órgãos avaliados, e a maior proporção dos órgãos foram maiores para a fase de Crescimento I (Tabela 2). Os pesos médios dos órgãos digestivos e não-digestivos das diferentes linhagens, sexos e fases de crescimento em relação ao peso vivo estão descritos na Tabela 2.

Não houve interação significativa entre linhagens e sexos. Foi observada interação ( $p < 0,05$ ) entre fase e linhagem ou fase e sexo para alguns órgãos. Não foi realizado o desdobramento dessas interações já que a variável Fase foi incluída na análise estatística com a única finalidade de reduzir fatores não-controlados.

Em relação aos órgãos digestivos como estômago vazio, intestino delgado cheio e vazio, os animais das linhagens PIC e Dalland apresentaram valores superiores e significativos em relação ao peso, sugerindo que os animais destas linhagens apresentam estômago maior, o que pode justificar o maior consumo e peso corporal destes animais. Esta mesma tendência se repete quando observamos os dados relativos ao peso, em percentual do peso vivo do animal, dos intestinos delgado cheio e vazio.

Entretanto, Kass *et al.* (1980) e Hale *et al.* (1986) não encontraram efeito significativo sobre o peso absoluto dos segmentos gastrintestinais ou peso total do mesmo. Porém, foi observado aumento do peso do colo e peso total do trato gastrintestinal de suínos (Kass *et al.*, 1980).

Já, Pekas *et al.* (1983) detectaram elevação no peso do intestino delgado, colo e reto de suínos. Entretanto, Pond *et al.* (1981) e Hale *et al.* (1986) não observaram efeito significativo sobre o peso do estômago vazio, intestino delgado, ceco ou colo, coração, pulmão, rins e fígado ou sobre o comprimento do intestino delgado.

De acordo com Gomes *et al.* (2000), os quais trabalharam com suínos cruzados não-melhorados, somente houve aumento do trato gastrintestinal e estômago vazio em animais que consumiram ração fibrosa, sendo que, para os demais órgãos, os pesos foram similares, evidenciando a ação positiva da fibra dietética na alimentação de suínos.

Pond *et al.* (1988) relataram que os pesos, totais ao do fígado, coração, estômago vazio, intestinos delgado e grosso aumentaram quando se ofereceu ração contendo elevado nível de fibra dietética (80% de farinha de alfafa). Esta observação é de especial significância quando se considera a elevada

correlação entre os pesos dos órgãos viscerais vazios e a produção de calor basal dos animais (Pond *et al.*, 1989).

Porém, de acordo com outros pesquisadores, é observado ausência de alterações no peso da maioria dos órgãos os quais não detectaram diferença no peso dos órgãos digestivos vazios e dos não-digestivos, expressos como percentual do peso total do trato gastrintestinal, ou como percentual do peso vivo corporal de suínos cruzados em fase inicial de crescimento (Kass *et al.*, 1980; Pond *et al.*, 1981; Hale *et al.*, 1986; Jin *et al.*, 1994). Segundo Koong *et al.* (1985), o aumento do peso dos órgãos digestivos estaria altamente correlacionado à produção de calor corporal dos animais; esta, por sua vez, estaria relacionada com o declínio da eficiência alimentar e ao aumento do incremento calórico de suínos alimentados com elevados níveis de fibra dietética (Stahly e Cromwell, 1986).

O significativo e maior desenvolvimento do intestino delgado, detectado nesta pesquisa, pode ser explicado como uma forma do metabolismo animal responder à maior absorção de nutrientes do alimento ingerido. Isto fica evidente quando observamos o comprimento do intestino delgado das linhagens PIC e Dalland em comparação ao da Seghers, uma vez que o comprimento deste órgão, para as duas primeiras linhagens é superior em 12% quando comparado com o dos animais Seghers, evidenciando uma maior capacidade de ingestão e metabolização nutricional, possivelmente por ganhar peso rapidamente nas fases iniciais. Este fato é de suma importância uma vez que se é desejado que as fêmeas atuais apresentem elevada capacidade de ingestão de alimento durante a fase de lactação. Para isso, é necessário maior tamanho de estômago e maior do intestino delgado, ambas características apresentadas pela linhagem PIC.

Os comprimentos do intestino delgado dos animais das linhagens PIC e Dalland, significativamente maiores do que a da Seghers pode indicar maior área de exposição dos nutrientes alimentares às células absorptivas intestinais, resultando em maior absorção e utilização dos nutrientes para o desenvolvimento de músculo e deposição de gordura. Entretanto, pode ser que a diferenciada morfologia das linhagens PIC e Dalland, baseando-se em maiores pesos dos órgãos digestivos e não-digestivos e do próprio comprimento intestinal, poderá afetar negativamente a eficiência alimentar, pois, com maiores tamanhos de órgãos, é possível que haja necessidade de desvio de maior quantidade de energia absorvida para a manutenção em detrimento à produção tecidual.

Desta forma, seria necessária a associação de resultados de pesquisa entre a morfologia do trato digestivo e o desempenho zootécnico, ambos inter-relacionados com a produção de peso corporal na forma de peso em equivalente carcaça. Isto se torna mais importante quando se observa, segundo Dutra Jr. *et al.* (2001), que as linhagens modernas, especializadas em maior deposição de tecido magro na carcaça, podem influenciar a época de acabamento dos animais, proporcionando animais terminados em idades mais jovens, porém com menor peso corporal, e não necessariamente com menor quantidade de cortes nobres comerciais.

As diferenças encontradas entre o peso do intestino delgado cheio e intestino grosso cheio entre linhagens e sexos indicam desenvolvimento diferenciado, que pode ter sido influenciado pelo consumo alimentar e, conseqüentemente, pelo ganho de peso, uma vez que os machos castrados apresentam metabolismo diferenciado das fêmeas, além de apresentar-se comportamentalmente mais vorazes que as fêmeas para a ingestão de alimentos; depositando, assim, precocemente gordura subcutânea. Desta forma, deve-se levar em consideração a possibilidade de criação baseada na separação de sexo (formação de lotes para abate) de animais de linhagens que se comportem similarmente em relação à morfologia do trato gastrointestinal, e também quanto ao desempenho zootécnico, uma vez que machos castrados apresentaram maiores pesos dos órgãos e possivelmente maior capacidade digestiva, de consumo e de ganho de peso.

Poucos são os trabalhos científicos que avaliam o comportamento morfológico dos órgãos digestivos e não-digestivos. Entretanto, um levantamento de literatura demonstra que a maioria dos trabalhos que avalia este parâmetro utilizou animais cruzados e não oriundos de linhagens modernas.

Desta forma, o conhecimento que envolve morfologia e linhagens torna-se de extrema relevância uma vez que as linhagens, em sua curva de crescimento, apresentam maior deposição de tecido adiposo mais precocemente e/ou em maiores concentrações. Estas linhagens seriam justamente aquelas mais indicadas a receber dietas fibrosas para garantia de satisfação da indústria frigorífica, bem como a do consumidor, por meio da obtenção de carcaças com maior deposição de tecido muscular e menor de tecido adiposo.

É importante ressaltar que a natureza morfológica do aumento do peso dos órgãos digestivos e não-digestivos, e seus respectivos significados biológicos ainda não é completamente

explicado, sugerindo-se, desta maneira, maiores estudos sobre as mais diversas respostas do trato gastrointestinal, em especial dos suínos das linhagens comerciais modernas.

### Conclusão

A morfologia dos órgãos digestivos foi diferente entre linhagens, entre sexos e entre fases de desenvolvimento de suínos de diferentes linhagens.

### Referências

- DUTRA JR., W.M. *et al.* Predição de características quantitativas de carcaças de suínos pela técnica de ultrasonografia em tempo real. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 1251-1257, 2001.
- FRANK, G.R. *et al.* A study of the relationship between performance and dietary component digestibilities by swine fed different levels of dietary fiber. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 57, p. 645-54, 1983.
- GOMES, J.D.F. *Efeitos do incremento da fibra em detergente neutro, sobre parâmetros de desempenho, de digestibilidade dos componentes dietéticos e da morfologia intestinal de marrãs.* 1996. Tese (Doutorado em Produção Animal)–Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1996.
- GOMES, J.D.F. *et al.* Efeito do incremento de fibra em detergente neutro sobre a morfologia dos órgãos digestivos e não-digestivos de suínos. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. *Anais...* Viçosa: SBZ, 2000. p. 289.
- HALE, O.M. *et al.* Effect of diet and exercise on performance, carcass traits and plasma components of growing-finishing barrows. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 62, p. 665-71, 1986.
- JIN, L. *et al.* Effects of dietary fiber on intestinal growth, cell proliferation, and morphology in growing pigs. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 72, p. 2270-8, 1994.
- KASS, M.L. *et al.* Utilization of dietary fiber from alfalfa by growing swine. II. Volatile fatty acid concentrations in and disappearance from the gastrointestinal tract. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 50, p. 192-7, 1980.
- KOONG, L.J. *et al.* Assessment of interrelationships among levels of intake and production, organ size and fasting heat production in growing animals. *J. Ani. Sci.*, Savoy, v. 115, p. 1383-1390, 1985.
- KOONG, L.J. *et al.* Assessment of interrelationships among levels of intake and production, organ size and fasting heat production in growing animals. *J. Nutr.*, Baltimore, v. 115, n. 10, p. 1383-1390, 1985.
- LAWRENCE, T.L.J.; FOWLER, V.R. *Growth of farm animals.* New York: CAB International, 1997.
- PEKAS, J.C. *et al.* Gastrointestinal carcass and performance traits of obese versus lean genotype swine: effect of dietary fiber. *Nutr. Rep. Intern.*, Los Altos, v. 27, p. 259-70, 1983.
- POND, W.G. *et al.* Dietary alfalfa meal for genetically

obese and lean growing pigs, effect on body weight gain and gastrointestinal tract measurement and blood metabolites. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 51, p. 367-73, 1981.

POND, W.G. *et al.* Effect of dietary fiber on young adult genetically lean, obese and contemporary pigs: body weight, carcass measurements, organ weight and digesta content. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 66, p. 699-706, 1988.

POND, W.G. *et al.* Comparative response of swine and rats to high-fiber or high-protein diets. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 67, p. 716-23, 1989.

SAS Institute. *SAS/STAT: user's guide*, version 6. 4<sup>th</sup> ed. Cary : SAS Institute, 1992. 2v.

SHAHIN, K.A. *et al.* The effect of breed-type and castration on tissue growth patterns and carcass

composition in cattle. *Livest. Prod. Sci.*, Amsterdam, v. 35, n. 3/4, p. 251-264, 1993.

STAHLY, T.S.; CROMWELL, G.L. Responses to dietary additions in a cold, warm or hot thermal environment. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 63, p. 1870-1876, 1986.

TAYLOR, St. C.S. *et al.* Interbreed relationship of maintenance efficiency to milk yield in cattle. *Anim. Prod.*, Harlow, v. 43, n. 1, p. 37-61, 1986.

WHITTEMORE. C.T. *Pig production: the scientific and practical principles*. New York: Longman, 1980.

*Received on April 04, 2006.*

*Accepted on July 23, 2007.*